EXCURSION

A LAS CORDILLERAS DE COPIAPÓ

CON UNA BREVE EXPOSICION

De los principios fundamentales de la Jeolojia

DE CHILE.

Por D. Ignacio Domeyko.

SANTIAGO:

Imprenta del Estado.

1843.

Do Biblioteki Akademii Krakowskiej autor I. Domeyko

ADVERTENCIA DEL EDITOR.

La exposicion que copiamos comprende el resultado de un viaje hecho por comision del Gobierno. El objeto de esta excursion era puramente científico, y como el ramo de ciencia que llamaba la atencion del autor no es bastante conocido entre nosotros, creyó necesario acompañar un breve resúmen de los principios fundamentales de la Jeolojía de Chile, para hacerse mas intelijible a sus lectores, y con el propósito de animarlos al cultivo de una ciencia que se halla en relacion estrecha con una de las primeras industrias del pais. El Sr. Domeyko no ha podido comprender en esta noticia el principal mineral de plata de Copiapó, el mineral de Chañarcillo. La descripcion de aquellas minas exije una análisis prolija de las diversas sustancias minerales que producen, y un plan del cerro y de las principales corridas que se laborean; trabajos en que sabemos que el Sr. Domeyko se ocupa actualmente, y que espera tener concluidos para fines del año.

Do Biblioteki Akademii Krakowskiej autor Domeyko

Excursion a las Cordilleras de Copiapó, etc.

Desde que llegué a Chile, me propuse pasar los dias de descanso que me proporcionaban las vacaciones de cada año, viajando por los diferentes puntos de la República, con el objeto de estudiar la formacion de los cerros y la naturaleza de las sustancias minerales de que abundan; y las observaciones que hacia en cada uno de estos periodos, aunque incompletas y parciales, me facilitaban sucesivamente los medios de jeneralizarlas y familiarizarme en el estudio de la jeolojia del pais: estudio dificil y apénas tocado por los muchos viajeros que visitaron estas comarcas. Las muestras que por otra parte recojia, y los minerales que me obsequiaban los mineros, ocupaban despues la mayor parte de mi tiempo durante los meses del año escolar, en ensayarlos y analizarlos con el auxilio de mis alumnos; cuyas manipulaciones me han hecho descubrir varias sustancias desconocidas y reconocer las que son comunes a este y demas paises de ambos hemisferios. En fin, un *cateo* de dos meses en las elevadas cordilleras del sud de la República, me proporcionó tambien a principio del año pasado, los medios de internarme y elevarme hasta los puntos mas remotos y eminentes del sistema de aquellas inmensas serranias, en donde examiné detenidamente las diferentes especies de rocas y demas minerales de que se componen.

Comparando luego los resultados de mis observaciones jeolójicas con los de las operaciones químicas, que por espacio de cuatro años interrumpi-

dos han ocupado toda mi atencion, noté, que el conjunto de todos estos datos podría recapitularse en un sistema llano y sencillo, capaz de constituir los principios fundamentales de la jeolojia chilena, sin faltar a las reglas mejor establecidas de esta ciencia; y en efecto, los primeros apuntes que formé sobre esta idea, fueron comunicados a la Academia de Ciencias de Paris, en una memoria que presenté hace dos años a quella corporacion científica, *sobre las minas de amalgama nativa de Arqueros*; (*) y posteriormente, di mayor extension a mis conceptos en dos memorias mas que he escrito y confiado al Señor Gay, para que las sometiera al juicio de los Señores Catedráticos del Colejio de minas de Paris, socios de la dicha Academia de Ciencias, lo que espero habrá hecho aquel señor a su llegada allí.

Para coronar mis trabajos anteriores con aquel grado de perfeccion a que estoi lejos de aspirar, me faltaba rectificar algunas ideas que carecian de comparaciones prácticas. Para esto, elejí la parte septentrional y confines de Chile, principalmente los cerros de Copiapó, como el punto mas interesante de la República, tanto por su fecundo ramo de industria minera, cuanto por la parte científica de esta y demas ciencias naturales. Allí tuve que recorrer los terrenos de aquel departamento, desde la mar, hasta la cumbre de los majestuosos Andes; que cortar estos terrenos transversalmente a la direccion del cordon principal; que compararlos con los de las cordilleras de Santiago y Rancagua, y en fin, que examinar la situacion que guardan las principales minas de Copiapó con respecto a la composicion jeneral de los Andes.

(*) Publicado en los *Anales de minas* de Paris en 1841.— Tomo XX. Ser. 3.

Estos fueron los objetos principales de mi último viaje, sobre el cual voi a dar una breve noticia. Creo, que para hacerla mas clara y para dar a conocer bajo qué aspecto hize yo mis observaciones en este viaje, es de necesidad esponer, aunque de un modo sucinto, el sistema jeneral de la jeolojia de Chile, el cual servirá de base a todo estudio de esta clase.

JEOLOJIA DE CHILE.

Tres son los principales *terrenos* (§) que constituyen todo el declive occidental de las cordilleras de Chile desde la *línea* que demarca la cumbre hasta la mar ; y estos tres terrenos corresponden a tres distintas épocas, relativamente a la edad jeolójica de los Andes.

El mas moderno, posterior a la sublevacion de los Andes, *es terciario:* consiste en capas o mantos horizontales de arena, cascajo, guijarro, greda y losa que forman los llanos de tres o cuatro altos en las embocaduras de los rios :—fenómeno, que ha llamado la atencion de todos los naturalistas que arribaron a estas costas. (Marquemos este terreno con el signo (III).

El segundo terreno es anterior a la aparicion de las Cordilleras mismas; es estratificado como el anterior, es decir, se divide en capas las mas veces paralelas, bien arregladas; pero estas capas se hallan casi siempre inclinadas, a veces casi perpendiculares. Este terreno contiene restos orgánicos animales y vejetales como el anterior ; pero mientras que aquel los contiene de las mismas especies (con po-

(§) Se hace uso aqui de esta palabra *terreno*, en el sentido que le da la jeolojía, para notar un cierto grupo o conjunto de rocas que se han formado en una cierta época relativamente a otras.

ca excepcion) que las que existen todavia, los de este terreno pertenecen a las especies que han desaparecido del globo terrestre, y que corresponden a las de la época de los terrenos de *Jura* y de *Creta* del antiguo continente. Por esto es que este terreno pertenece a la clase de los *terrenos secundarios* y lo marcarémos con el signo (II).

En fin, el terreno que es de una misma edad jeolójica que la de los cerros, es decir, el que se formó y apareció en la superficie de la tierra en el mismo tiempo en que se sublevaron estos cerros, consta de masas, que no se dividen en capas ni en mántos: de masas graníticas de oríjen ígneo, las que saliendo del interior de la tierra, levantaron el terreno secundario que habia existido (†). Por esto es que estas masas se llaman *rocas de sublevacion*, y todo el terreno de esta clase es de naturaleza análoga a lo que los jeologos suelen llamar terreno *primitivo*, por que sobre él descansan los demas terrenos. (I).

(†) Para mejor intelijencia, supongamos que los inmensos llanos de las Pampas de Buenos-Aires, que se hallan por ahora en mantos horizontales en la misma situacion en que se habian depositado por las aguas, se rompan por la accion de algunas fuerzas subterráneas, las que haciendo salir de debajo de estos llanos alguna masa de oríjen ígneo, como p. ex. son las lavas volcánicas, levanten aquel conjunto de mantos horizontales; y supongamos, que despues venga otra época de reposo, en la cual empiezen a formarse al pié de los recien elevados cerros, nuevos depósitos de tierras y de rocas, por la accion del agua:— ¿qué resultará de esto? Los llanos anteriores al sublevamiento se hallarán inclinados, trastornados, en una situacion análoga a la que tiene el terreno secundario de los Andes; las masas de oríjen ígneo recien salidas se hallarán como los granitos de la Cordilla, y los depósitos posteriores como el terreno terciario de la costa. Estas masas formarán lo mas alto del nuevo cordon y se encontrarán en mayor abundancia de aquel lado, donde se ha hecho la abra para darles salida.

Los *terrenos terciarios* no presentan ninguna dificultad al estudio, y se distinguen de los otros, tanto por su situacion horizontal, y su proximidad a la costa, cuanto por la naturaleza de sus rocas y los restos orgánicos que contienen.

Los terrenos secundarios, los que mas interesan al naturalista, porque por sus restos orgánicos le dan a conocer la época de la formacion de los Andes, constan esencialmente de dos grupos de rocas :—

(a) Rocas *calcáreas*, esquitosas, de contestura compacta o terrea; son las que contienen toda clase de conchas y mariscos de la época secundaria.

(b) Rocas *porfíricas*, que son pórfidos, brechas, tofos porfíricos, etc.

Las primeras tienen mucha extension en las provincias del norte: parecen formar la parte alta o meseta superior (étage supérieur) del terreno secundario; luego van desapareciendo, o alejándose mas y mas de la costa, a medida que nos acercamos al sud: de modo, que a la latitud de Santiago, apénas se ven en lo mas alto de la Cordillera, y mas al sud no existen.

Las segundas (b), forman la parte sencial del terreno segundario, son en todas latitudes de la misma naturaleza, constituyen mas de la mitad de las Cordilleras de Chile, y por esto, merecen un estudio particular de parte del naturalista. Estas rocas son de très especies: pórfidos, brechas, rocas compactas. *Pórfidos*:—El pórfido mas abundante es un pórfido arcilloso (porphyre argilleux, thon-porphyr); es de color ceniciento o rojizo, con manchas verdes, azuladas, pardas, etc. y con pequeños cristalitos o solo puntos blancos felspéticos. Este pórfido, que por su diversidad de colores puede llamarse *pórfido abigarrado*, contiene muchas veces manchas o rino-

nes de jaspe, de ágata, de calcedonia; otras veces se halla en él gran número de sustancias minerales, conocidas entre los naturalistas bajo el nombre de *zeolitas*, como son la estilbita, la mesotipa, la escolesia, la lomonia, la prenia, la leucita, etc. El mismo pórfido aparece algunas veces con unos hermosos cristales de anfíbola (hornblenda) y sucede encontrarse en él madera fósil, lignita y carbon fósil: (*)

Brechas: — son unas rocas compuestas de unos fragmentos esquinados de toda clase de pórfidos y rocas compcttas, unidas por una masa o pasta porfírica parecida al pórfido anterior. Estos fragmentos a veces son tan pequeños y la masa que los une tan desmoronadiza, que toda la roca se trasforma en un *tofo porfírico*, parecido a algunas rocas volcánicas—Las brechas alternan las mas veces con los pórfidos abigarados o zeolíticos o anfibolicos; a veces con unos mantos de fonolita u otras rocas compactas, poco conocidas.

Rocas compactas:— bajo este nombre quiero poner las rocas que aparecen a veces en mantos y fajas considerables en medio de las brechas y los pórfidos anteriores, de las cuales la composicion es todavia desconocida. Se dividen casi siempre en lajas de diverso espesor, son de contestura térrea, rara vez arenosa, frecuentemente granuda, de grano fino o compacto.

Las rocas que constituyen la última clase de terrenos (I), tienen tambien caracteres fijos, fáciles de

(*) Se han hallado estos fósiles en varios puntos de la Cordillera de Penco, de San José y de las Condes;—no seria estraño que algun dia se hallase en el mismo terreno una buena mina de carbon fósil de la clase de las verdaderas ullas secundarias;—el de Concepcion supongo que se halla en un terreno terciario.

conocer. La roca principal es nn granito de cuatro elementos, qne son: el felspato, el cuarzo, la anfibola y la mica. Segnn que uno de ellos predomina, o hace desaparecer los otros, la roca pasa a diversas especies de granito, que se llaman la pegmatita, la diorita, la cienita, la piedra verde, etc. Cada una de ellas pasa tambien al pórfido que le corresponde y a las masas homojéneas, curíticas, en las cnales no se puede distinguir los elementos qne las constituyen. De esto resulta un sin número de especies de rocas, que seria tan dificil como inútil el describirlas; pero en jeneral, todas ellas forman masas que no se dividen en capas o fajas paralelas y las mas tienen nna contestnra de grano cristalino, mui distinto al de las que tienen las rocas de orijen ácueo, o rocas de sedimento (roches de sédiment).

Esto es lo qne se puede decir en jeneral, de los caracteres mas esenciales de las rocas que constituyen cada nna de las tres clases de terrenos. Pasemos ahora a ver el modo en que las dos últimas concnrren para formar todo el sistema de estos cerros.

El sublevamiento de los Andes se habrá hecho de tal modo, que las masas del oríjen ígneo que habiendo salido por el lado del poniente, constituyeron la costa actnal del océano, levantaron la mesa de terrenos secundarios que existian anteriormente, y rompiéndolas en una linea que hoi corresponde a las lomas mas elevadas de las Cordilleras, sobresalieron encima de los restos y los escombros del terreno dislocado. De esto resulta, que los declives del otro lado son mas suaves y los cerros menos desbaratados; los de acá, mas parados, confusos y variables en sus formas y colores. Es regnlar, que por esto mismo hayan aparecido de este lado las innumerables vetas metálicas, cuyo oríjen se atribuye

a la emanacion de los vapores minerales que salieron del interior de la tierra, por las abras y rajaduras que el mismo sublevamiento ha ocasionado. En fin, pnede ser que sea un resultado del mismo fenómeno, que esta costa granítica siga todavia levantàndose y atemorizando con sns temblores tan frecuentes a sus pacíficos habitantes.

El hecho es, que las rocas de las cimas mas altas de la Cordillera son de la misma naturaleza y de la misma composicion que las de la costa; miéntras qne los costados, principiando desde una altura de 600 a 800 varas sobre el nivel del mar, constan de cerros *estratificados* secnndarios.

Esta composicion o estrnctura jeneral de todo el sistema de cerros, se complica por varias caucas: primero, porque la masa snblevante rompe dos, tres y en algunas partes cuatro veces el mismo terreno secundario estratificado, antes de llegar a lo mas alto de la Cordillera; segundo, porque llegando a esta altura, se halla ella misma atravesada por los volcanes modernos y sus crateres. Creo tambien que aqui se puede aplicar la misma observacion que los jeologos modernos han hecho acerca de los otros cordones de cerros, que despues de la sublevacion del terreno, sucedieron hundimientos (affaissements) en consecuencia de los huecos inmensos que se habian formado en el interior de los cerros. Solo de este modo podemos explicar, porque en todo el largo de la cadena de estos cerros, las capas y los mantos del terreno secundario que principian, como acabo de decir, a una altura considerable y a cierta distancia de la costa, se inclinan primero al poniente y van como sumerjiéndose debajo los Andes y despues acercándose a la linea, varian de ángulo, mantean al oriente, y con su declive mar-

can el declive jeneral de los mismos cerros.

Sucede, que la diferencia entre las rocas secundarias (II) y las del sublevamiento (I) se hace poco sensible, y a veces mui difícil de establecer, cuando estas últimas se modifican, estando en contacto con un terreno porfírico estratificado de tal modo, que ellas mismas toman una contestura porfírica; o bien, cuando rompen la estratificacion en la direccion de las divisiones mismas del terreno secundario y salen a la luz en forma de unos mantos, como *rocas de inyeccion*. Dos cosas pueden guiar al naturalista en estos casos:—en primer lugar, la composicion mineralójica de las rocas de sublevacion, que contienen casi siempre hojitas de mica y de anfíbola y se dividen mui a menudo en prismas verticales o pasan a las dioritas o cienitas. En segundo lugar, sucede, que en lo alto de las Cordilleras, adonde la composicion de los terrenos se complica mucho y aparece una confusion de *panizos*, esta confusion proviene de que las capas estratificadas secundarias acercándose a las masas del orijen ígneo, pierden sus divisiones y se transforman en rocas llamadas vulgarmente *tofos*, que son de color blanco, rojizo y de diversos otros colores, de contestura térrea o compacta, muchas veces porosa. Estos tofos son unas veces de verdadera *caolina* o arcilla refractaria, otras veces de pedernal, piedra cornea, etc.; en estos parajes las aguas se ponen vitriólicas y abunda el alumbre, o sal llamada comunmente *polcura*.

Véamos ahora, de qué modo influye la naturaleza tan diversa de las tres clases de terrenos (I, II y III) que acabo de distinguir, 1.º en la configuracion anterior o la topografía de Chile; 2.º en la distribucion de sus diversos productos minerales y su riqueza:—principiaremos por la parte topográfica.

El terreno terciario forma llanos, que solo se explotan por los agricultores, y en los cuales se hallan la mayor parte de las haciendas de la República; forma tambien las *travèsías* o unos llanos desiertos en las provincias del norte :—de modo, que esta clase de terrenos comprede lo mas feraz y lo mas estéril de Chile. Aquellos llanos son probablemente de la misma naturaleza jeolójica que las pampas de Buenos-Aires.

El terreno de sublevamiento (I) forma cerros chatos, redondeados, o mesetas altas, elevadas, cubiertas comunmente de guíjarro menudo, compuesto de pedacitos de felspato, cuarzo y mica, restos de la descomposicion del granito. Dos cordones de Cordilleras qne se distinguen de un modo tan visible desde la cuesta de Chacabuco hácia al sud, y que llevan el nombre de Cordillera baja o Cordillera de la Costa y de Cordillera alta o Cordon de los Andes, estos dos cordones constan, el primero casi exclusivamente de masas pertenecientes al terreno no estratificado (I) y el otro de terrenos secundarios (II). Un llano fértil, ancho, hermoso, en que se halla la capital, tantas ciudades departamentales y talvez la mitad de la poblacion de Chile, hace la separacion de estos dos inmensos grupos de terrenos. Limitado por un lado por los escarpados cerros de los Andes, en cuyos declives se divisan las divisiones de los mantos, como cintas de diversas colores, de diversas formas y ondulaciones; este mismo llano, no deja ver al poniente otra cosa mas, que unas masas graníticas en jeneral sin ningun indicio de estratificacion, cerros de declives suaves, mesetas estensas y poca variedad en las rocas.

Esta separacion de los dos terrenos, tan visible y tan bien marcada en las provincias del sud, no lo

es del mismo modo en las del norte; a donde las rocas de ambas clases se tocan, se penetran, se funden unas con otras y los valles se hallan con frecuencia interrumpidos por unos cordones transversales, que se apartan del cordon priucipal y bajan hasta la costa. Sin embargo, iustruido el naturalista en esta clase de fenómenos tau pateutes eu las provincias del sud, observará sin dificultad, que aun en la parte septentrional de Chile, estos arenales que tanto incomodan al viajero entre el Huasco y Copiapó, estos llanos eriazos sin la menor vejetacion, que se conocen bajo el nombre de travesías, corresponde en la topografia del pais a esta separacion de las dos clases de terrenos: corresponden por su situacion jeolójica, aunque tristes y áridos, a los llanos mas feraces y encantadores del sud de la República.

Pero la misma diversidad de la naturaleza de los terrenos que se uotan en lo exterior del pais, influye todavia mas poderosamente en la distribucion jeueral de las diversas vetas metálicas, que constituyen la verdadera riqueza de Chile. Lo que un minero, un *cateador* del pais llama *panizo*, y lo que le hace distinguir los panizos de oro y de cobre de los de plata, tiene su significacion tau importante, tan positiva para la jeolojia del pais, como infinitas otras observaciones de aquella jente laboriosa, para la mineralojia y la metalurjia.

Las vetas de oro y de cobre pertenecen esencialmente al terreno primitivo o terreno de sublevacion (I); y las de plata, de cobre arjentifero, de plomo, de minerales sulfo-antimoniales y sulfo-arsenicales, a la segunda clase de terrenos (II).

Entre las primeras, las de oro aparecen mui amenudo en medio de los granitos propiamente dichos, y las de cobre en las dioritas, euritas, y en los

pórfidos verdes, que se hallan comunmente mas cerca del contacto de los terrenos secundarios que el granito. En gran número de casos, el mismo cerro contiene vetas de uno y de otro metal y la misma veta cambia de metales.

Habiendo tambien una subdivision en los terrenos secundarios, se observa, que los minerales de plata blanca, plata córnea y amalgama nativa, se hallan particularmente cerca de la linea de separacion de los dos terrenos (I y II) y sobre todo en el grupo de rocas calcáreas (a);—miéntras que mas al oriente; aparecen los sulfuros de cobre arjentíferos, minerales antimoniales y arsenicales, y todavia mas a la Cordillera las galenas y blendas, llamadas comunmente *soroches-plomo-de-bala.*

Es tambien digno de notar, que cuando todos estos minerales se hallan en una misma veta, se suceden unos a otros en el mismo orden en que suelen aparecer en vetas distintas yendo de la mar a la Cordillera:—es decir, principian por la plata córnea (cloruro y cloro-bromuro de plata), y despues en hondura, aparecen plata sulfúrea y antimonial (rosicler), vienen despues algunos minerales arsenicales, el cobre sulfúreo, el cobre gris; despues la galena, la blenda y las piritas.

Estas reglas parecen ser jenerales, a lo menos no sufren ninguna excepcion en su aplicacion a aquellas vetas, que por su anchura o su largo, por el arreglo de sus corridas, por la lei o la abundancia de sus minerales, han merecido el nombre de *vetas reales.*

Pero tambien se encuentran casos, que a primera vista parecen en contradiccion con lo expuesto y que sin embargo lo comprueban luego que se examinan la naturaleza de las rocas y su situacion

respectiva. Estos casos de anomalia aparente provienen de dos causas: primero, de que en algunos puntos, los cordones de terreno secundario avanzan tanto hácia la mar, que propasando la dicha línea del contacto de los dos terrenos (I) y (II) forman como unas peninsulas rodeadas del terreno de sublevacion; segundo, que siendo los mantos de terreno secundario dislocados y atravesados repetidas veces por las masas sublevantes de la clase (I), estas últimas, con sus respectivas vetas y guias aparecen en medio de los anteriores. De esto resulta, que se hallan en lo alto de las Cordilleras, lejos de la mar y tras de los terrenos secundarios, minas de oro y de cobre enteramente parecidas a las de la costa, y que se hallan tambien vetas de plata en algunos cerros rodeados por los panizos de cobre y de oro.

A esto voi a limitar la esposicion de los fundamentos principales de la jeolojia del pais, y pasaré a mi excursion a los Cerros de Copiapó.

EXCURSION A LOS CERROS.

La bahia de Copiapó se halla en una roca granítica, sobre la cual, un inmenso llano de terrenos terciarios, compuesto de capas de arena calcárea, de cascajo, guijarro y mantos de losa, se estiende hasta el pié de los primeros cerros, que en jeneral son bajos, redondos o achatados, y que no presentan ningun indicio de estratificacion. La superficie de este llano es plana, árida, en algunas partes cubierta de grandes lajas de una piedra calcárea silícea, que contiene conchas y mariscos, parecidos a las especies que la mar arroja en la playa. Sobre esta superficie se levantan de trecho en trecho unos cerritos graníticos redondos, que formaban otras tantas isletas, cuando todo este llano estaba todavia snmer-

jido en las aguas. Las capas terciarias son perfectamente horizontales o con poca ondulacion en algunas partes.

Los cerros que aparecen tras de llanos, son todos de granito, en algunas partes de felspato compacto (eurita) o de pórfido felspático. En estos cerros se esplotan las minas de cobre de la Quebrada-Seca, de las Lechuzas, y mas al norte las de las Animas, etc. El terreno es idénticamente de la misma naturaleza que todo este cordon de cerros dioríticos de la costa, en que se hallan los cuatro mas importantes *minerales*, de cobre: los de Carrizal, de San Juan, de la Higuera y de Tamaya.

El valle del rio que hoi dia sirve solo de recuerdo a las aguas que corrieron por esta parte en las épocas pasadas, se dirije hacia el nord-este; de donde parte un camino áncho y parejo, formado de tierra fina *salitrosa*, que no contiene verdadero salitre, pero sí otras sales, unos sulfatos, yeso, un poco de sal marina, etc; todo de poca utilidad para las artes.

En todo el trecho de este camino hasta la villa, se notan pocos objetos de observacion para un minero o un naturalista, y casi ninguno para un agricultor. Las masas de cerros que encajan aquel valle no varian de naturaleza; los mas son de diorita compuesta de felspato blanco y anfíbola: todos pertenecen a la clase de terrenos (I). La unica diferencia que se observa en ellas, es, que acercandose a la villa, el granito se halla en algunas partes de un grano mui fino, a veces enteramente compacto, eurítico, rajado en todos sentidos. Las innumerables minas de oro que se hallan en este terreno, desamparadas actualmente y despreciadas, esperan que algun dia, con el aumento de la poblacion y de recursos, aparezca un espíritu positivo y emprendedor para los beneficios auríferos.

La villa de Copiapó (situada a 18 leguas del puerto y como a 13 o 14 en linea recta de la mar) se halla todavia en el mismo terreno (I); sus cerros por el lado sud, con sus antiguos minerales de oro, constan de masas graníticas de diorita; pero del otro lado por la parte nord-este, se divisan ya algunos indicios de estratificacion, a lo menos en lo alto de la cuesta.

En efecto, caminando al este, apénas pasamos el Pueblo de Indios y nos acercamos a la Angostura, que aparecen por el lado de nord-este cerros de otra forma y de otra naturaleza que los de la costa: un terreno de fajas o de mantos, sostenido por masas no estratificadas. Tocamos aqui a la linea del contacto de los dos terrenos (I y II), tras del cual, principian cerros secundarios con sus vetas de plata.

Realmente, en el primer cerro de esta clase, que se ve a la izquierda, se halla el mineral de Ladrillos, un conjunto de vetas, que a la parte superior dieron plata córnea, plata blanca, y en hondura pasan a los *metales* arsenicales, al rosicler y plata antimonial. Y como en este primer cordon de cerros secundarios, se hallan todavia descubiertas en la parte inferior las rocas de sublevacion, a las cuales corresponden vetas de oro y de cobre, resulta de esto, que en estos mismo cerros, por el lado sud-oeste, y a poca altura, se habian trabajado minas de oro y de cobre en unas masas euríticas y dioríticas no estratificadas, mientras que mas arriba se explotan las vetas de plata, en medio de unos mantos gruesos, cubiertos por un sin número de fajas que constituyen la cima de los cerros.

El lugar donde aparecen las primeras vetas de plata en ladrillos y al mismo tiempo los primeros mantos del terreno secundario, se halla segun mis ob-

servaciones barométricas, a una altura de 740 a 750 metros (como de 900 varas) sobre el nivel del mar.

Partiendo de este punto y dirijiéndonos hácia el sud, vemos que aquella linea de contacto con los dos terrenos, pasa al otro lado del valle de Copiapó cerca de la Tierra Amarilla, y de allá se dirije hácia el cerro de Chañarcillo; dejando a la derecha todo este terreno de cerros graníticos, en una anchura de 13 a 14 leguas hasta la mar, y limitando los terrenos secundarios a la izquierda.

La estratificacion de estos últimos empieza por inclinarse hácia el poniente, y los mantos van cayendo debajo de las Cordilleras. Al mismo tiempo, cambia de rumbo el cajon del rio, se dirije como al sud; y aunque desde la Tierra Amarilla, todos los altos de cerros se dividen por mantos y listas de diversos colores, que se encorvan y ondean como las olas de la mar que los habia formado; se ven todavia en la parte inferior de los mismos cerros, en algunos puntos, como por ejemplo, enfrente de Nantoco, en el Cerro del Cobre, masas de sublevacion (I) en medio de las rocas estratificadas. En este cerro se explotan minas de cobre, miéntras que todo el terreno que lo rodea, es terreno de vetas de plata.

Caminando siempre por el rio principal de Copiapó, dejamos a la izquierda, la quebrada de Nantoco que conduce a las minas de plata de Pampa Larga y San Felix; a la derecha, el camino para el mineral de Chañarcillo; y luego el cajon del rio se angosta, de vuelta hácia el sud-este, y aunque los cerros siguen todavia con sus divisiones en mantos, sus rocas sin embargo empiezan a variar en sus caracteres mineralójicos. En efecto, los mantos que al principio eran de piedra compacta, calcárea, con capas de yeso, de margas

etc. (II (a)); adquieren una estructura porfírica y se transforman en pórfidos abigarrados (II (6)

Estos pórfidos se hallan ya en toda su estension en Potrero-Seco, y de aqui, como a 3 leguas mas al sud-este, el cajon se angosta todavia mas: pasamos al pié del escarpado cerro Punta-Brava, en cuya cima ha habido minas de plata de mucha riqueza. Cerca de allí, un poco mas a la Cordillera, nos hallamos otra vez en medio del granito que rompe por la primera vez los mantos secundarios y aparece en masas inmensas, rajadas verticalmente y en todos sentidos, de formas y colores enteramente diferentes del terreno secundario. En estas masas de sublevamiento (I) cerca de La-Puerta, existen minas antiguas de oro abandonadas.

El camino en esta parte pasa por una quebrada mui honda y angosta, de paredes casi verticales; pero apenas caminamos una legua mas al oriente, el valle se ancha, desaparecen los granitos, y se descubre una campaña verde, risueña, rodeada por unos cerros escarpados negros y rojizos, en los cuales vuelve a aparecer el terreno secundario con todos sus caracteres, y en él, vetas de plata del rico *mineral* de San Antonio.

Las vetas de este mineral corren de manifiesto a una altura de mas de 1200 metros (como de 1500 varas) sobre el nivel del mar; y como se hallan mas a la Cordillera que las de Chañarcillo, no producen tanta plata córnea como estas últimas, pero bastante plata nativa, plata antimonial, plata sulfúrea mezclada con arseniuros; y lo que caracteriza mas estas minas, son el súlfuro y el arseniuro de cobre, que abundan en este cerro, miéntras que casi no se ven en Chañarcillo.

El fértil y hermoso valle del Potrero-Grande tiene como cinco leguas de largo y se dirije de SSE al NNO;

es sin duda la parte mas linda y mas pintoresca del rio de Copiapó: su temperamento es tan ardiente que a esta época (el 20 de marzo) ya se habian cosechado los higos en todas partes y el termómetro en la sombra señalaba a medio dia 25° cent. Adonde se estrecha y parece terminar este valle, tres rios se juntan para formar uno solo, el de Copiapó: estos rios son el Jorquera, el Pulido y el Manflas, cuya confluencia se llama Las-Juntas.

Este punto mui importante en la jeografía del pais, tiene sus análogos en todo el largo de la República: asi en el rio del Huasco, casi a la misma distancia de la costa, se unen dos rios principales, el de los Naturales y el de los Españoles, que forman el rio Huasco; a igual distancia en el rio de Coquimbo, dos rios, el Turbio y el Claro se juntan para formar el rio de Elqui o de Coquimbo; lo mismo sucede, aunque un poco mas lejos de la costa, en el rio Maipo, adonde tres rios principales, el Yeso, el Volcan, y el Maipo se unen para alimentar el Maipo; y asi de seguida. En todos estos puntos aparecen comunmente nuevas rocas, nuevos terrenos, y algun trastorno extraordinario llama la atencion del naturalista.

El lugar donde se unen los tres rios de Copiapó, se halla a 1203 metros (1570 varas) sobre el nivel del mar; y de aqui van tres caminos para las Provincias Arjentinas: uno por el rio Manflas pasa las Cordilleras cerca del camino del Huasco, el segundo y el tercero los que suben por el r. Pulido y el r. Jorquera se unen cerca de la línea misma. El del rio Pulido es mas corto, y mas áspero, el de Jorquera mas blando y pastoso: los tres casi igualmente transitables en cualquiera estacion del año.

Para examinar los terrenos de estos parajes, entré

por el rio Manflas, cuya direccion es de S E a N O. A dos leguas de camino hallé otra vez el granito, que volvió a romper los mantos secundarios que se habian esténdido hasta aquí sin interrupcion desde la Puerta. Este gránito luego desaparece, se esconde debajo el terreno secundario, y a una legua mas a la Cordillera, en El Fuerte, donde angosta el cajon del rio y da vuelta hácia el sud, se hallan unos mantos secundarios dislocados y desbaratados, con una diversidad de rocas y sustancias minerales sin ejemplo.

En este mismo lugar, por el lado del Norte, se halla la Cuesta de Manflas que separa el rio Manflas del Pulido: es uno de los cerros mas interesantes para un naturalista. Su altura es de 1992 metr. (2400 v.) sobre el nivel del mar. Consta de mantos calizos, que habiendo sido sublevados por el último granito, descansan sobre unas capas gruesas de pórfido y conservan millares de millones de conchas y mariscos tan bien conservados, como si hubiesen sido depositados mui recientemente por el océano. Las especies sin embargo de estos restos orgánicos no se encuentran ahora en las mares, y pertenecen a la clase de las especies extinguidas del globo. Son de la época secundaria y la determinacion de ellas va a echar una nueva luz sobre la época de la formacion de estos cerros.

Por áquella cuesta bajé al rio Pulido, y el dia siguiente recorrí el cajon de este rio desde la Punta Ulpeadora hasta Mulaneco, adonde se hallan las últimas habitaciones y los últimos campos cultivados de este lado de la Cordillera. En este trecho de 13 a 14 leguas no faltan aguas ni pastos; los innumerables troncos cortados de algarrobos atestiguan lo que fué este valle en tiempos pasados; y unos escoriales con es-

combros de algunos malos hornos de manga, verdaderos destruidores de la vejetacion, presentan la causa del estado actual de sus inmediaciones. En efecto, no tiene combustible con que contar el fundidor por ahora en los rios principales de Copiapó, y solo en las quebradas de segundo órden y en las de adentro hai todavía leña en algunas partes.

El rio Pulido que al juntarse con los otros dos rios, tiene direccion del este al oeste, se tuerce luego al SSE; y a pocas leguas de las Juntas, en un lugar llamado Iglesia Colorada, donde las masas de sublevacion rompen por la tercera vez el terreno secundario, este cajon angosta mucho con sus paredes casi verticales, y da vuelta primero al Este y despues al Nordeste. En este trecho, recibe primero de SSE, las aguas del rio Mostaza, y despues a una legua mas arriba, las del rio del Potro, bastante provisto de leña y de pasto.

Los últimos campos cultivados en el rio Pulido se hallan como a 3000 vs. de altura sobre el nivel del mar.—El 23 de marzo, en el citado lugar Mulaneco el barómetro ascendió a 578 milim., el termómetro marcaba 8.° cent. a las 7 de la mañana; lo que corresponde a una altura de 2450 metros s. el n. d. m: altura, a la cual casi principia la rejion de la nieve perpetua en los Alpes y Pirineos. Aqui sin embargo, se da todavia mui bien el trigo y no faltan arbustos, aunque pálidos, y en esta estacion mui secos. Una pequeña chacra cerca del rancho del vaquero estaba ya helada, al paso que a pocas leguas de distancia, en la Punta Ulpeadora, donde pasé la última noche, cosecharon el mismo dia los higos y habia riquísima fruta de toda clase.

De Mulaneco, el camino sube por el rio Pulido primero hácia el norte, y despues da vuelta al éste. Los

cerros conservan su carácter secundario con sus divisiones en mantos; y sus rocas de pórfido abigarrado, sus brechas de toda clase y sus almendrillas zeolíticas se parecen mucho a las de las altas Cordilleras de Cauquenes, de la Compañia y de San Pedro Nolasco; solo aqui no se ven las vetas metálicas y son pocas las vetas *bobas* que se hallan.

En las Pircas, cerca de una *tamberia* o ruinas de las antiguas habitaciones de los indios, se levanta por la cuarta vez el granito de debajo de los pórfidos estratificados; y en este granito se hallan las *piedras pintadas* con unos jeroglíficos, de los que nadie hasta ahora ha podido descifrar el sentido. Este granito, rojo, hermoso, parecido al de los famosos obeliscos de Ejipto, se estiende casi hasta la Cuesta del Portezuelo Pulido, el mas alto de los cerros que lo rodean, mui conocido de los viajeros por los vientos terribles que reinan en su alto.

Desde este portezuelo hasta la línea, que se halla como a 405 leguas de aquí, todo es confusion en rocas, cerros y terrenos. Los escombros del terreno secundario yacen al lado de los que lo habian vencido; las fajas negras, verdes y azules al lado de unos inmensos cerros de tofo blanco como la nieve y de color rojo como la sangre, e igualmente de iris.

Solo como a una legua de distancia de la línea, cesan estas señales de las revoluciones del globo, se allanan los caminos y los declives de los cerros, y se levantan con toda su grandeza las inmensas masas graníticas, redondas, secas, cubiertas de guijarro del granito descompuesto, que constituyen las lomas mas altas de la Cordillera.

El dia 25 de marzo a las 9 de la mañana, estuve en la cumbre del cordon mas alto de los Andes, en

la línea divisoria, en el lugar que llaman Portezuelo de Mata-caballos. El barómetro marcaba 442,8 milim. el termómetro centigrado 0°,5: lo que correspondel a una altura de 4506 m. (5430 vs.) sobre el nivel de mar (como de 400 vs. mas bajo que el cerro de Potosí y de 200 vs. mas elevado que el Cerro-Pasco). Un viento fuerte y frio principiaba a soplar del poniente; el cielo estaba despejado, hermoso; algunas manchas de nieve quedaban de una nevada recien caida en algunas puntas mas elevadas de los cerros vecinos que estarán como a unas 200 o 300 vs. sobre el Portezuelo. Lo demas de la línea, toda la cumbre de las Cordilleras, se hallaba sin nieve; aunque sus altos casi igualan a los del Monte-Blanco en los Alpes y pasan de mas de mil varas la del Pico de Tenerife (*)

Echando la vista sobre los cerros situados de ambos lados de la línea se ve, que mientras que de este lado todo anuncia violentos trastornos, abras que se comunicarían con el centro de la tierra; por aquel lado se divisan unos declives suaves, cerros parejos, iguales, y que se terminan en el horizonte, por unas líneas de pocas interrupciones.

El camino para la Otra Banda, baja de aquel lado por el cajon de las Barrancas Blancas, y por lo que he oido decir es un camino ancho, uniforme, llano, y a unas dos jornadas principian las habitaciones. De este lado, baja por el esteró del Pan, y como a tres leguas de la cumbre, se divide en dos,

(*) Es de observar, que miéntras que a esta latitud se derritan los yelos en verano a la altura de mas de 5500 vs. s. el. n. d. m, sucede que en las provincias del Sud de Chile, en algunas partes, como en el nacimiento del rio de los Cipreses, existen bancos de yelo perpetuo a la altura de 2800 vs.

uno, como ya hemos dicho, pasa por el rio Pulido y el otro por el rio Jorquera.

Por este último camino tuve que bajar volviendo de mis excursiones. El rio del Pan, que desde su nacimiento corre en la direccion nord-oeste, entra, como a una distancia de 7 leguas de la línea en un valle ancho, cubierto de vegas, en donde se junta con el estero del Cachito y toma desde allí el nombre del rio Cachito. En este valle ancho, existen las habitaciones de un pueblo entero de indíjenas. Una hilera de pircas redondas de 3 a 4 v. de diametro se estiende al pié de la cuesta, y a una de sus extremidades por el lado de la Cordillera, se ven murallas de unas casas rectángulas, espaciosas, que habrán sido habitaciones de algun cacique. Las inmediaciones no ofrecen ningun recurso para el alimento del hombre; el llano desprovisto de toda clase de árboles y arbustos, se halla a 2600 vs. sobre el nivel del mar; el termómetro, aun en verano, baja por la mañana hasta zero y se hielan las aguas en la estacion mas templada. Todo nos indica, que el pueblo que habitaba estos parajes helados, tan desiertos y solitarios, no era pueblo de agricultores, sino pueblo de cazadores, pueblo guerrero, de una robustez y construccion física admirable; y si no hubiesen quedado otros restos y monumentos de su civilizacion, la proximidad de las casas unas de otras, y un cierto órden y arreglo en la colocacion de ellas, nos darian una idea del estado social y de la civilizacion de sus habitantes.

A cinco leguas mas abajo de aquella tambería, se une con este rio, otro que baja del este y se llama rio Turbio; y desde la confluencia de ellos, el rio principal lleva el nombre del rio Turbio, hasta que a

seis leguas de camino, en la direccion nord-oeste, se junta con el rio Figueroa, que es uno de los mas importantes rios de esta Cordillera.

El rio de Figueroa viene del nord-este y toma su oríjen cerca del Cerro de Azufre y de las célebres lagunas de sal que distan de allí, por lo que he oido decir, como de dos a tres dias de camino. De allí tambien el rio principal cambia de nombre y lo suelen llamar rio Figueroa, hasta las casas de la Jorquera, que se hallan como a 7 leguas del punto donde se unen los dos rios y que dan comunmente su nombre a todo el cajon por donde pasa el camino, desde el Pan hasta las Juntas.

En todo este cajon se ven los mismos terrenos que los del rio Pulido. Las innumerables capas del terreno secundario, que se estienden sobre todo este declive de las Cordilleras, se hallan tres veces cortadas y atravesadas por el terreno de sublevacion: la primera vez cerca de la Quebrada del Cachito, la segunda en las inmediaciones de las casas de Jorquera, y por la tercera vez entre Jorquera y las Juntas. Las rocas secundarias son en jeneral casi del mismo aspecto y de la misma naturaleza que las de la alta Cordillera de Santiago; solo en medio de los mantos porfíricos se ven, como a 5 leguas de Jorquera mas al oriente, en un cerro llamado Carrizito, unos mantos calizos bien arreglados, inclinados al oriente, y contienen gran número de restos orgánicos, sobre todo unas conchas hermosas de la especie de *pecten*. Estos mantos se hallan a una altura

de mas de 2400 vs. y noté otros de la misma clase, con las mismas petrificaciones, a unas diez leguas mas abajo en el mismo cajon, a 2 leguas de las Juntas. Estos últimos se hallan en la prolongacion de los que he observado en la Cuesta de Manflas.

Enfin, en todo este camino de Jorquera, tan interesante para un naturalista, tan útil y cómodo para las comunicaciones con la Otra Banda, la única impresion triste que se recibe, proviene de la falta casi absoluta de poblacion. Las casas de la hacienda son las únicas que se hallan en una distancia como de 40 leguas desde la línea hasta las Juntas: ningun rancho, ninguna habitacion de inquilinos ni de propietarios aparece en esta soledad; en donde casi a cada legua se ven las antiguas habitaciones de los indíjenas, y por todas partes agua. ¿ De cuanto se hubiera aumentado desde la conquista la poblacion de estos rios, si con la introduccion de la agricultura y de tantos recursos que la nueva civilizacion suministra, se hubiese introducido una division de propiedades y un espíritu emprendedor, espíritu de caridad y de industria?

Volviendo de mi expedicion, dejé el rio Copiapó frente del Hornito y tomé el camino de Chañarcillo que pasa por el Molle. A pocas cuadras del rio principia un terreno de mantos calcáreos que descansa sobre el pórfido abigarrado y es enteramente parecido a los de la cuesta de Manflas. El mismo terreno constituye los cerros que se estienden desde el rio hasta Chañarcillo, y que forman una meseta alta de

5 a 6 leguas de largo. En lo alto de esta mesa, aparecen todavia de cuando en cuando pórfidos estratificados, pero desde el Molle hasta el mineral, (3 leguas) no se ve otra cosa mas que mantos de diverso grueso, calizos, que contienen en algunas partes conchas y mariscos. Las minas de Chañarcillo se hallan precisamente en un lugar donde se termina este terreno, al pié del cual principian los llanos de la travesia y los terrenos graníticos.

Es digno de observar, que todo este terreno secundario de mantos ya sea calcáreos, ya porfíricos, el cual, como hemos dicho, se inclina al oriente en la parte alta de la Cordillera, y que mantea en el sentido contrario en la mediafalda o en la parte baja de estos cerros, queda casi horizontal en aquella parte del cerro de Chañarcillo y de sus inmediaciones, que se halla cortada y atravesada por las numerosas vetas y guias de plata.

Me reservo para otra ocasion dar una descripcion detallada de la situacion jeolójica del cerro y de las minas de Chañarcillo; por ahora voi a agregar, que partiendo de este cerro y dirijiéndome hácia el sud, pasé por el mineral del Algarrobito, que se halla todavia en el mismo terreno secundario (II (a)) y cerca de su límite occidental; pero a unas 6 leguas mas al sud, se pierden de vista aquellos mantos calizos, cambia el terreno, y aparecen masas graníticas, que en esta parte forman como una bahía en medio de los terrenos estratificados. Vuelven mui pronto a aparecer estos últimos, pero no como rocas calcáreas,

compactas, sino como pórfidos abigarrados, que siguen formando todo este cordon de cerros que corren al oriente de la travesia hasta el rio Huasco.

Los mismos mantos porfíricos cortan este rio y aparecen del otro lado con los mismos colores y caracteres. Pero recorriendo siempre el mismo meridiano desde Chañarcillo, damos con los cerros del Carrizo, de Agua Amarga y de Tunas, que constan de rocas del mismo aspecto y de los mismos caracteres mineralójicos y jeolójicos que las de Chañarcillo. En estos cerros y en estas rocas es donde se hallan las minas de plata del Huasco-Alto.

Las que deben particularmente llamar la atencion de los mineros y de los naturalistas, son las de Agua Amarga. Es un cerro que se halla en la línea del contacto entre los granitos y los terrenos estratificados, y qne se estiende casi en la direccion de la citada línea, teniendo sus declives mucho mas parados de este lado qne por el lado del oriente; sus fajas son casi horizontales, con una pequeña inclinacion hacia el poniente. Las vetas que las atraviesan son innumerables; las mas corren del norte al sud, y sus minerales son de la misma naturaleza y casi de la misma composicion que los de Chañarcillo. Pero frente a este cerro y solo al otro lado de las quebradas, al ponieote, tenemos cerros graníticos, sin ningun indicio de estratificacion: masas de sublevacion con sus vetas de cobre y de oro.

La gran analojía que se observa entre el citado mineral de Agua Amarga y el de Chañarcillo, como

tambien el estado floreciente de este último, deberian animar a los capitalistas y mineros de Chile a tratar de habilitar estas minas, donde se ven por ahora mas de cien faenas abandonadas.

Desde el pié de la Agua Amarga, principia un llano inmenso, que se dirije al sud y que se halla situado entre dos cordones de cerros, de los cuales el del oriente es de mantos secundarios y el del poniente de masas graníticas. En aquel cordon sobre todo, debe haber un campo de mucha esperanza para los cateadores de plata; allí se han hallado en diversas épocas muchos minerales, que por falta de recursos se han abandonado, o se explotan con poca actividad. En esta direccion un poco mas al oeste se halla el mineral de Arqueros, y mas al sud Andacollo, Samo-alto y los minerales de plata y de cobre del departamento de Combarbalá.

Coquimbo, Junio 22 de 1843.

Ignacio Domeyko.